



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Приборостроение и биомедицинская инженерия»

**Методические указания  
и задания**  
для контрольных работ  
по дисциплине

**«Микропроцессорные изме-  
рительные системы»**

Авторы  
Сыроватка В. Н.,  
Нестеренко И. Н.

Ростов-на-Дону, 2018

## Аннотация

Рабочая программа и методические указания предназначены для студентов заочной формы обучения направления 12.03.01 – «Приборостроение» при изучении курса "Микропроцессорные измерительные системы", содержатся задания к контрольным работам

## Авторы

ст. преподаватель кафедры «Приборостроение  
и биомедицинская инженерия»

Сыроватка В.Н.,

ст. преподаватель кафедры «Приборостроение  
и биомедицинская инженерия»

Нестеренко И.Н.





## Оглавление

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....</b>              | <b>4</b>  |
| <b>2 СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА .....</b> | <b>4</b>  |
| <b>3 ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ .....</b> | <b>6</b>  |
| <b>4 Список литературы .....</b>            | <b>17</b> |

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Целью изучения дисциплин «Микропроцессорные измерительные системы» является ознакомление студентов с устройством и функционированием микропроцессоров, микроконтроллеров, их использованием в современных средствах обработки измерительной информации.

В результате изучения курса необходимо иметь представление о структуре микропроцессоров, микроконтроллеров и микропроцессорных измерительных приборов, знать принципы построения узлов измерительных приборов и систем с микропроцессорным управлением, основы программирования микропроцессоров, основные методы анализа и синтеза микропроцессорных систем. Необходимо уметь на основе системного подхода сформулировать основные технические требования к измерительным приборам и системам с микропроцессорным управлением, анализировать процессы, происходящие в конкретных микропроцессорных приборах и системах.

## 2 СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА

### 2.1 Основные понятия и определения

Основные понятия и определения. Принципы построения микропроцессорных систем. Классификация и архитектура микропроцессоров.

Литература: [4.1, с.17...37]

[4.2, с.16...56]

[4.6, с.21...68]

[4.8, с. 6...14]

### 2.2 Архитектура и организация микропроцессорных устройств

Классификация и структура микроконтроллеров. Структурная схема однокристалльного 8-разрядного микроконтроллера PIC16. АЛУ. Память программ и память данных. Регистры микроконтроллера. Стек и программный счетчик. Центральный процессор. Схема тактирования и цикл выполнения команд. Конвейер. Шина данных. Дешифратор команд. Рабочий регистр. Аппаратные средства обеспечения надежной работы микроконтроллера.

Литература: [4.1, с.97...162]

[4.2, с.60...66]

[4.12]

[4.13]

[4.6, с. 130...141]

[4.8, с. 15...24, 32...47]

[4.10, с. 19...42]

### 2.3 Программирование микропроцессорных измерительных устройств

Система команд микроконтроллера. Форматы команд. Виды адресации. Команды пересылки данных. Команды арифметических операций. Команды логических операций. Команды передачи управления и работы с подпрограммами. Команды управления. Команды ввода-вывода. Длина и время выполнения программы. Общие сведения о языке ассемблера микроконтроллера PIC16. Директивы ассемблера.

Литература: [4.1, с. 85...93, 74...81, 165...180, 192...215]

[4.2, с. 114...165]

[4.12]

[4.13]

[4.6, с. 141...145]

[4.8, с. 24...31]

[4.9]

[4.10, с. 95...113, 184...210]

### 2.4 Организация интерфейса микропроцессорных систем

Интерфейсы МП-систем. Способы организации передачи информации между устройствами МП-системы. Классификация интерфейсных микросхем.

Многорежимный буферный регистр.

Шинный формирователь.

Программируемый периферийный адаптер KP580BB55.

Универсальный синхронно-асинхронный программируемый приемопередатчик KP580BB51.

Программируемый интервальный таймер KP580BI53.

Периферийные модули микроконтроллеров PIC16. Порты ввода/вывода. Таймеры. Компараторы и источник опорного напряжения. АЦП. Универсальный синхронно-асинхронный приемопередатчик (USART). Ведомый параллельный порт. Модуль сравнения/захвата/ШИМ (ССР). Синхронный последовательный порт (MSSP). Модуль прерываний микроконтроллера. Память данных EEPROM.

Литература: [4.1, с. 109...118, 128...130, 153...162]

[4.2, с. 302...570]

[4.12]

[4.13]

[4.6, с. 145...178, 209...213]

[4.8, с. 160...209]

[4.10, с. 55...71]

2.5 Принципы построения измерительных приборов и систем с микропроцессорным управлением

Основные этапы проектирования микропроцессорных приборов и систем. Предпосылки применения "жесткой" логики и микропроцессоров. Экономические и временные аспекты построения и эксплуатации микропроцессорных измерительных приборов и систем. Критерии выбора микропроцессоров. Функции МП в измерительных приборах.

Литература: [4.1, с. 183... 189]

[4.7, с. 17... 21]

[4.10, с. 4...19]

### 3 ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

**УКАЗАНИЕ:** Номер варианта контрольной работы выбирается по заданию преподавателя.

Задание к контрольной работе включает в себя четыре пункта. Первый пункт теоретический. Ответом к нему будет являться конспект, который необходимо составить на основе литературных источников. Остальные четыре пункта являются практическими. Пункт второй и третий содержат задания по переводу чисел из одной формы счисления в другую. Во втором пункте требуется перевести данное число из десятичной системы счисления в двоичную, восьмеричную и шестнадцатеричную системы счисления. В пункте третьем требуется перевести данное число в десятичную систему счисления. Необходимо представить само задание, а затем все произведенные расчеты с пояснениями. Методика расчета представлена в методических указаниях [4.3], указанных в списке литературы. Пункт четвертый содержит задание на составление фрагмента программы для микроконтроллера PIC16F628A. Необходимо произвести настройку всех модулей микроконтроллера в исходное состояние - выключено. В контрольную работу необходимо перенести задание и представить фрагмент программы на языке ассемблера, оформленный согласно правил по составлению программы. Пример составления фрагмента программы представлен в методических указаниях [4.4]. Пункт пя-

тый содержит задание на составление подпрограммы, осуществляющей программную задержку времени. Указывается тактовая частота, с которой работает микроконтроллер и необходимое время выполнения подпрограммы. В контрольной работе необходимо представить расчеты времени выполнения одного машинного цикла, текст подпрограммы на языке ассемблера, составленный согласно требованиям на составление текста программы, а также детальный расчет времени выполнения составленной подпрограммы. Пример составления подпрограммы представлен в методических указаниях [4.5]. В пунктах четвертом и пятом, необходимо представить общее описание используемы команд, а все тексты программ и подпрограмм должны быть снабжены подробными комментариями.

#### ВАРИАНТ 1

1. Назначение микропроцессора и устройство.
2. а) 777; б) 305; в) 153,25; г) 162,25; д) 248,46.
3. а) 1100111011<sub>2</sub>; б) 10000000111<sub>2</sub>; в) 10110101,1<sub>2</sub>; г) 100000110,10101<sub>2</sub>; д) 671,24<sub>8</sub>; е) 41А,6<sub>16</sub>.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)
5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

#### ВАРИАНТ 2

1. Магистрально-модульный принцип организации микропроцессорных систем.
2. а) 164; б) 255; в) 712,25; г) 670,25; д) 11,89.
3. а) 1001110011<sub>2</sub>; б) 1001000<sub>2</sub>; в) 1111100111,01<sub>2</sub>; г) 1010001100,101101<sub>2</sub>; д) 413,41<sub>8</sub>; е) 118,8С<sub>16</sub>.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)
5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

#### ВАРИАНТ 3

Микропроцессорные измерительные системы

1. Режимы работы микропроцессорных систем.
2. а) 273; б) 661; в) 156,25; г) 797,5; д) 53,74.
3. а) 1100000000<sub>2</sub>; б) 1101011111<sub>2</sub>; в) 1011001101,00011<sub>2</sub>; г) 1011110100,011<sub>2</sub>; д) 1017,2<sub>8</sub>; е) 111,В<sub>16</sub>.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)
5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

ВАРИАНТ 4

1. Архитектура микропроцессорных систем. Принстонская и гарвардская архитектуры.
2. а) 105; б) 358; в) 377,5; г) 247,25; д) 87,27.
3. а) 1100001001<sub>2</sub>; б) 1100100101<sub>2</sub>; в) 111110110,01<sub>2</sub>; г) 11001100,011<sub>2</sub>; д) 112,04<sub>8</sub>; е) 334,А<sub>16</sub>.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)
5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

ВАРИАНТ 5

1. Типы микропроцессорных систем.
2. а) 500; б) 675; в) 810,25; г) 1017,25; д) 123,72.
3. а) 1101010001<sub>2</sub>; б) 100011100<sub>2</sub>; в) 1101110001,011011<sub>2</sub>; г) 110011000,111001<sub>2</sub>; д) 1347,17<sub>8</sub>; е) 155,6С<sub>16</sub>.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)
5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

ВАРИАНТ 6

1. Шины микропроцессорных систем и циклы обмена информации.
2. а) 218; б) 808; в) 176,25; г) 284,25; д) 253,04.
3. а) 111000100<sub>2</sub>; б) 1011001101<sub>2</sub>; в) 10110011,01<sub>2</sub>; г)

1010111111,01<sub>12</sub>; д) 1665,3<sub>8</sub>; е) FA,7<sub>16</sub>.

4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)

5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

#### ВАРИАНТ 7

1. Память микропроцессорных систем, стек. Память микроконтроллеров.
2. а) 306; б) 467; в) 218,5; г) 667,25; д) 318,87.
3. а) 1111000111<sub>2</sub>; б) 11010101<sub>2</sub>; в) 1001111010,010001<sub>2</sub>; г) 1000001111,01<sub>2</sub>; д) 465,3<sub>8</sub>; е) 252,38<sub>16</sub>.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)
5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

#### ВАРИАНТ 8

1. Устройства ввода/вывода микропроцессорных систем.
2. а) 167; б) 113; в) 607,5; г) 828,25; д) 314,71.
3. а) 110010001<sub>2</sub>; б) 100100000<sub>2</sub>; в) 1110011100,111<sub>2</sub>; г) 1010111010,1110111<sub>2</sub>; д) 704,6<sub>8</sub>; е) 367,38<sub>16</sub>.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)
5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

#### ВАРИАНТ 9

1. Архитектура микроконтроллеров серии PIC16.
2. а) 342; б) 374; в) 164,25; г) 520,375; д) 97,14.
3. а) 1000110110<sub>2</sub>; б) 111100001<sub>2</sub>; в) 1110010100,1011001<sub>2</sub>; г) 1000000110,00101<sub>2</sub>; д) 666,16<sub>8</sub>; е) 1С7,68<sub>16</sub>.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)

Микропроцессорные измерительные системы

5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

ВАРИАНТ 10

1. Система команд микроконтроллеров серии PIC16.
2. а) 524; б) 222; в) 579,5; г) 847,625; д) 53,35.
3. а) 10111111<sub>2</sub>; б) 1111100110<sub>2</sub>; в) 10011000,1101011<sub>2</sub>; г) 1110001101,1001<sub>2</sub>; д) 140,22<sub>8</sub>; е) 1DE,54<sub>16</sub>.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)
5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

ВАРИАНТ 11

1. Периферийные модули микроконтроллера PIC16. Их назначение и принципы работы.
2. а) 113; б) 875; в) 535,1875; г) 649,25; д) 6,52.
3. а) 11101000<sub>2</sub>; б) 1010001111<sub>2</sub>; в) 1101101000,01<sub>2</sub>; г) 1000000101,01011<sub>2</sub>; д) 1600,14<sub>8</sub>; е) 1E9,4<sub>16</sub>.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)
5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

ВАРИАНТ 12

1. Виды адресации в микропроцессорных системах.
2. а) 294; б) 723; в) 950,25; г) 976,625; д) 282,73.
3. а) 1000001100<sub>2</sub>; б) 10101100<sub>2</sub>; в) 1101100,01<sub>2</sub>; г) 1110001100,1<sub>2</sub>; д) 1053,2<sub>8</sub>; е) 200,6<sub>16</sub>.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)
5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, преду-

смотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

#### ВАРИАНТ 13

1. Таймеры и процессоры событий.
2. а) 617; б) 597; в) 412,25; г) 545,25; д) 84,82.
3. а) 110111101<sub>2</sub>; б) 1110011101<sub>2</sub>; в) 111001000,01<sub>2</sub>; г) 1100111001,1001<sub>2</sub>; д) 1471,17<sub>8</sub>; е) ЗЕС,5<sub>16</sub>.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)
5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

#### ВАРИАНТ 14

1. Обмен с использованием прерываний. Система прерываний микроконтроллеров.PIC16.
2. а) 1047; б) 335; в) 814,5; г) 518,625; д) 198,91.
3. а) 1101100000<sub>2</sub>; б) 100001010<sub>2</sub>; в) 1011010101,1<sub>2</sub>; г) 1010011111,1101<sub>2</sub>; д) 452,63<sub>8</sub>; е) 1Е7,08<sub>16</sub>.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)
5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

#### ВАРИАНТ 15

1. Вспомогательные аппаратные средства микроконтроллера.
2. а) 887; б) 233; в) 801,5; г) 936,3125; д) 218,73.
3. а) 1010100001<sub>2</sub>; б) 10000010101<sub>2</sub>; в) 1011110000,100101<sub>2</sub>; г) 1000110001,1011<sub>2</sub>; д) 1034,34<sub>8</sub>; е) 72,6<sub>16</sub>.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)
5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

#### ВАРИАНТ 16

## Микропроцессорные измерительные системы

1. Тактовые генераторы микроконтроллеров. Режимы работы генераторов.

2. а) 969; б) 549; в) 973,375; г) 508,5; д) 281,09.

3. а) 10100010<sub>2</sub>; б) 1110010111<sub>2</sub>; в) 110010010,101<sub>2</sub>; г) 1111011100,10011<sub>2</sub>; д) 605,028; е) 3С8,8<sub>16</sub>.

4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)

5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

## ВАРИАНТ 17

1. Аппаратные средства обеспечения надежной работы микроконтроллеров.

2. а) 163; б) 566; в) 694,375; г) 352,375; д) 288,61.

3. а) 1001101001<sub>2</sub>; б) 110011101<sub>2</sub>; в) 1000001101,01<sub>2</sub>; г) 1010001001,11011<sub>2</sub>; д) 247,18; е) 81,41<sub>16</sub>.

4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)

5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

## ВАРИАНТ 18

1. Модули аналогового ввода/вывода микроконтроллеров (АЦП).

2. а) 917; б) 477; в) 74,5; г) 792,25; д) 84,33.

3. а) 1110011100<sub>2</sub>; б) 1111101111<sub>2</sub>; в) 111110100,101<sub>2</sub>; г) 110011110,1000011<sub>2</sub>; д) 1446,628; е) 9С, D<sub>16</sub>.

4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)

5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

## ВАРИАНТ 19

1. Регистры специального назначения микроконтроллеров PIC16

## Микропроцессорные измерительные системы

2. а) 477; б) 182; в) 863,25; г) 882,25; д) 75,2.
3. а) 101011100<sub>2</sub>; б) 100001001<sub>12</sub>; в) 11100011,1<sub>2</sub>; г) 100101010,0001<sub>12</sub>; д) 1762,7<sub>8</sub>; е) 1В5,6<sub>16</sub>.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)
5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

## ВАРИАНТ 20

1. Порты ввода/вывода микроконтроллеров PIC16.
2. а) 804; б) 157; в) 207,625; г) 435,375; д) 30,43.
3. а) 10010000<sub>2</sub>; б) 11001010<sub>2</sub>; в) 1110101100,1011<sub>2</sub>; г) 110110101,1011<sub>2</sub>; д) 1164,36<sub>8</sub>; е) 1D5,C8<sub>16</sub>.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)
5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

## ВАРИАНТ 21

1. Система команд микропроцессора.
2. а) 753; б) 404; в) 111,1875; г) 907,0625; д) 62,88.
3. а) 1110001<sub>12</sub>; б) 111100111<sub>12</sub>; в) 101111111,0100<sub>12</sub>; г) 1001011101,011<sub>2</sub>; д) 615,72<sub>8</sub>; е) 3DA,5<sub>16</sub>.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)
5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

## ВАРИАНТ 22

1. Классификация и структура микропроцессоров.
2. а) 571; б) 556; в) 696,25; г) 580,375; д) 106,67.
3. а) 110011010<sub>2</sub>; б) 111001010<sub>2</sub>; в) 1000010011,0010<sub>12</sub>; г) 11010110,0000<sub>12</sub>; д) 1343,66<sub>8</sub>; е) 3C3,6<sub>16</sub>.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, преду-

смотренном варианте (Таблица 1)

5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

#### ВАРИАНТ 23

1. Память программ и данных микроконтроллеров.
2. а) 244; б) 581; в) 351,6875; г) 1027,375; д) 151,44.
3. а) 1001100111<sub>2</sub>; б) 1100010010<sub>2</sub>; в) 1100110010,1101<sub>2</sub>; г) 1001011,0101<sub>2</sub>; д) 171,3<sub>8</sub>; е) 3А3,4<sub>16</sub>.

4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)

5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

#### ВАРИАНТ 24

1. Разработка программного обеспечения для PIC микроконтроллеров.
2. а) 388; б) 280; в) 833,5625; г) 674,25; д) 159,05.
3. а) 11001111<sub>2</sub>; б) 101001101<sub>2</sub>; в) 101001101,001001<sub>2</sub>; г) 100101011,101<sub>2</sub>; д) 750,51<sub>8</sub>; е) 90,8<sub>16</sub>.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)
5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

#### ВАРИАНТ 25

1. Модуль сравнения/захвата/ШИМ микроконтроллеров PIC16
2. а) 386; б) 608; в) 398,6875; г) 270,25; д) 317,32.
3. а) 11000001<sub>2</sub>; б) 111111110<sub>2</sub>; в) 1110100010,10101<sub>2</sub>; г) 1001011001,011<sub>2</sub>; д) 1335,2<sub>8</sub>; е) 18F,8<sub>16</sub>.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)

## Микропроцессорные измерительные системы

5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

## ВАРИАНТ 26

1. Инструментальные средства для работы с языком ассемблера. Интегрированная среда проектирования программ для микроконтроллеров MPLAB IDE.

2. а) 76; б) 279; в) 572,25; г) 477,375; д) 184,97.

3. а) 1001101111<sub>2</sub>; б) 1011011000<sub>2</sub>; в) 1110100,0011<sub>2</sub>; г) 100001010,01001<sub>2</sub>; д) 1234,2<sub>8</sub>; е) 1DD,2<sub>16</sub>.

4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)

5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

## ВАРИАНТ 27

1. Модуль компараторов микроконтроллеров PIC16. Режимы работы.

2. а) 1003; б) 780; в) 74,375; г) 204,25; д) 241,39.

3. а) 1010001<sub>2</sub>; б) 11001101<sub>2</sub>; в) 1010101000,101<sub>2</sub>; г) 110011001,01<sub>2</sub>; д) 1031,5<sub>8</sub>; е) 158,24<sub>16</sub>.

4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)

5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

## ВАРИАНТ 28

1. Модуль источника опорного напряжения микроконтроллера PIC16

2. а) 262; б) 414; в) 330,5; г) 541,6875; д) 115,41.

3. а) 1001011001<sub>2</sub>; б) 1000101<sub>2</sub>; в) 11101111,101<sub>2</sub>; г) 111100011,1<sub>2</sub>; д) 150,44<sub>8</sub>; е) 377,7<sub>16</sub>.

4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)

5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микро-

## Микропроцессорные измерительные системы

контроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

## ВАРИАНТ 29

1. Архитектура и процессоры персональных компьютеров.
2. а) 775; б) 523; в) 432,25; г) 158,3125; д) 1,09.
3. а) 1011101102; б) 10100102; в) 1001100,1100112; г) 1001000111,100112; д) 236,638; е) 148,616.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)
5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

## ВАРИАНТ 30

1. Устройства, входящие в состав персонального компьютера.
2. а) 149; б) 93; в) 463,6875; г) 184,75; д) 61,52.
3. а) 11001101012; б) 1000010002; в) 1010100111,012; г) 111111001,10112; д) 1636,248; е) С7,7816.
4. Отключить модули микроконтроллера в порядке, предусмотренном вариантом (Таблица 1)
5. Составьте подпрограмму на ассемблере для микроконтроллера PIC16, реализующую программную задержку, предусмотренную вариантом (Таблица 2). Частота тактового генератора 4 МГц.

Таблица 1 – Отключить модули микроконтроллера PIC16F628A в указанном порядке.

| Вариант          | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| а                | Отключить периферийные модули в указанном порядке |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| TMR1             | 1   | 3 | 6 | 4 | 5 | 4 | 6 | 6 | 3 | 4  | 3  | 6  | 3  | 5  | 1  |
| TMR2             | 2   | 4 | 5 | 3 | 1 | 1 | 5 | 1 | 5 | 2  | 2  | 1  | 2  | 4  | 3  |
| Компараторы      | 3   | 6 | 4 | 5 | 2 | 6 | 2 | 3 | 2 | 3  | 6  | 3  | 1  | 2  | 6  |
| CCP              | 4   | 1 | 3 | 6 | 3 | 3 | 4 | 2 | 6 | 6  | 1  | 4  | 5  | 6  | 2  |
| V <sub>ref</sub> | 5   | 2 | 2 | 1 | 6 | 2 | 3 | 4 | 1 | 5  | 5  | 2  | 6  | 1  | 5  |
| USART            | 6   | 5 | 1 | 2 | 4 | 5 | 1 | 5 | 4 | 1  | 4  | 5  | 4  | 3  | 4  |

Таблица 1 – Продолжение

## Микропроцессорные измерительные системы

|                  |   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Вар.             | 1<br>6  | 1<br>7 | 1<br>8 | 1<br>9 | 2<br>0 | 2<br>1 | 2<br>2 | 2<br>3 | 2<br>4 | 2<br>5 | 2<br>6 | 2<br>7 | 2<br>8 | 2<br>9 | 3<br>0 |
| а                | Отключить периферийные модули в указанном порядке |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| TMR1             | 5   | 3      | 6      | 4      | 1      | 2      | 4      | 1      | 6      | 2      | 3      | 5      | 2      | 1      | 4      |
| TMR2             | 3   | 2      | 1      | 1      | 3      | 4      | 1      | 4      | 4      | 6      | 2      | 2      | 5      | 3      | 2      |
| Компараторы      | 2   | 1      | 5      | 3      | 2      | 1      | 5      | 2      | 5      | 3      | 1      | 4      | 6      | 5      | 6      |
| ССР              | 6   | 4      | 3      | 2      | 6      | 5      | 2      | 5      | 3      | 1      | 4      | 1      | 4      | 6      | 5      |
| V <sub>ref</sub> | 4   | 6      | 2      | 6      | 5      | 6      | 3      | 3      | 1      | 4      | 6      | 3      | 1      | 4      | 1      |
| USART            | 1   | 5      | 4      | 5      | 4      | 3      | 6      | 6      | 2      | 5      | 5      | 6      | 3      | 2      | 3      |

Таблица 2 – Варианты задания. Значения задержек

|         |         |        |         |         |         |         |
|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Вариант | 1       | 2      | 3       | 4       | 5       | 6       |
| Время   | 100 мкс | 25 мс  | 70 мкс  | 1,5 мс  | 2 мс    | 60 мкс  |
| Вариант | 7       | 8      | 9       | 10      | 11      | 12      |
| Время   | 200 мкс | 24 мс  | 111 мкс | 50 мс   | 10 мкс  | 125 мкс |
| Вариант | 13      | 14     | 15      | 16      | 17      | 18      |
| Время   | 1,7 мс  | 22 мкс | 90 мкс  | 10 мс   | 1.25 мс | 45 мс   |
| Вариант | 19      | 20     | 21      | 22      | 23      | 24      |
| Время   | 120 мкс | 200 мс | 100 мс  | 145 мкс | 115 мс  | 70 мс   |
| Вариант | 25      | 26     | 27      | 28      | 29      | 30      |
| Время   | 120 мс  | 90 мкс | 250 мкс | 30 мс   | 25 мкс  | 13 мс   |

## 4 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 4.1. Новиков Ю.В., Скоробогатов П.К. Основы микропроцессорной техники. М.: БИНОМ, 2006 – 359 с.
2. 4.2. Сид Катцен PIC-микроконтроллеры. Полное руководство. – М.: Додэка-XXI, 2010 – 656 с.
3. 4.3. Мирошниченко В.Г, Сыроватка В.Н. Системы счисления. Методические указания к лабораторной работе. Ростов/Д: Издательский центр ДГТУ, 2012
4. 4.4. Мирошниченко В.Г, Сыроватка В.Н. Регистры специального назначения микроконтроллера PIC16F628A: Методические указания к лабораторной работе. Ростов/Д: Издательский

центр ДГТУ, 2012

5. 4.5. Мирошниченко В.Г, Сыроватка В.Н. Формирование интервалов времени: Методические указания к лабораторной работе. Ростов/Д: Издательский центр ДГТУ, 2012

6. 4.6. Микропроцессоры: В 3-х кн. Кн. 1. Архитектура и проектирование микроЭВМ. Организация вычислительных процессов: Учеб. для техн. вузов/П. В. Нестеров, В. Ф. Шаньгин, В. Л. Горбунов и др.; Под ред. Л. Н. Преснухина, • Мн.: Высшая школа, 1987. •414 с.

7. 4.7. Микропроцессоры: В 3-х кн. Кн. 3. Средства отладки, лабораторный практикум и задачник: Учеб. для техн. вузов/Н. В. Воробьев, В. Л. Горбунов, А. В. Горячев и др.; Под ред. Л. Н. Преснухина, • Мн.: Высшая школа, 1987. •287 с.

8. 4.8. Каган Б. М., Сташин В. В. Основы проектирования микропроцессор-ных устройств автоматики. •М.: Энергоатомиздат, 1987. • 304 с.

9. 4.9. Злобин В. К., Григорьев В. П. Программирование арифметических операций в микропроцессорах. •М.: Высшая школа, 1991 •302 с.

10.4.10. Проектирование микропроцессорных измерительных приборов и систем/ В. Д. Циделко, Н. В. Нагаец, Ю. В. Хохлов и др. •К.: Техніка, 1984. •215 с.

11.4.11. Мирский Г.Я. Микропроцессоры в измерительных приборах. •М.: Радио и связь, 1984 •160 с.

12.4.12. PIC16F62X. Однокристальные 8-разрядные FLASH CMOS микроконтроллеры компании Microchip Technology Incorporated. microchip.ru

13.4.13. PIC16F87X. Однокристальные 8-разрядные FLASH CMOS микроконтроллеры компании Microchip Technology Incorporated. microchip.ru.